· 流行病学研究 ·

2009—2021年中国心血管疾病死亡趋势分析与预测研究

苗立鹏，任柯好，李梦蝶，吕军城*

261053 山东省潍坊市，山东第二医科大学公共卫生学院
*通信作者：吕军城，教授；E-mail：lvjuncheng79@163.com

【摘要】 **背景** 随着不良生活方式流行和人口老龄化趋势加快，我国心血管疾病死亡率仍居高不下。及时了解我国当前以及未来心血管疾病死亡流行趋势，并探讨可能的影响因素和解决方案，可为心血管疾病防治措施的制订提供参考。**目的** 分析2009—2021年我国心血管疾病死亡趋势并预测2022—2030年我国心血管疾病死亡流行趋势。**方法** 按性别、城乡、地区和年龄划分从中国疾病预防控制中心网站发布的《中国死因监测数据集（2009—2021年）》中选取心血管疾病死亡数据进行整理，使用Joinpoint回归模型计算年度变化百分比（*APC*）和平均年度变化百分比（*AAPC*）分析变化趋势。并使用R（4.3.1）软件建立GM（1，1）模型，预测2022—2030年我国心血管疾病粗死亡率。**结果** 2009—2021年我国心血管疾病粗死亡率由2009年的235.83/10万上升至2021年的353.31/10万，*AAPC*为3.3%（95%*CI*=2.8%~3.8%，$P<0.001$）；标化死亡率由2009年的281.82/10万下降至2021年的221.24/10万，*AAPC*为-1.9%（95%*CI*=-2.6%~-1.2%，$P<0.001$）。2009—2021年我国心血管疾病不同性别（$AAPC_{男性}$=-2.0%，$AAPC_{女性}$=-2.1%）、城乡（$AAPC_{城市}$=-1.3%，$AAPC_{农村}$=-2.4%）、地区（$AAPC_{东部}$=-2.1%，$AAPC_{中部}$=-2.2%，$AAPC_{西部}$=-1.0%）标化死亡率均呈下降趋势（$P<0.05$）；其中女性下降幅度大于男性，农村大于城市，中部地区大于东部和西部地区。GM（1，1）模型结果显示，2022—2030年中国心血管疾病粗死亡率将持续上升至461.57/10万。**结论** 2009—2021年我国CVD整体粗死亡率呈持续上升趋势，而整体标化死亡率呈下降趋势。我国心血管疾病死亡负担仍面临严峻挑战，预测2022—2030年我国心血管病粗死亡率将持续上升，应制订实施科学有效的心血管病防治工作，重点关注男性、农村和老年居民。

【关键词】 心血管疾病；死亡率；粗死亡率；标化死亡率；Joinpoint回归模型；GM（1，1）模型；预测
【中图分类号】 R 54 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0773

Trend Analysis and Prediction of Cardiovascular Disease Mortality in China from 2009 to 2021

*MIAO Lipeng，REN Kehao，LI Mengdie，LYU Juncheng**
School of Public Health，Shandong Second Medical University，Weifang 261053，China
**Corresponding author：LYU Juncheng，Professor；E-mail：lvjuncheng79@163.com*

【Abstract】 **Background** With the prevalence of unhealthy lifestyles and the accelerated trend of population aging，the mortality rate of cardiovascular diseases remains high in China. A timely understanding of the current and future trends of cardiovascular disease mortality in China，as well as exploring potential influencing factors and solutions，can provide a reference for formulating cardiovascular disease prevention and control measures. **Objective** To analyze the trend of cardiovascular disease mortality in China from 2009 to 2021 and predict the future trends from 2022 to 2030. **Methods** Cardiovascular disease mortality data were selected and analyzed based on gender，urban-rural areas，regions，and age groups from the "China Death Surveillance Data Set（2009—2021）" published by the Chinese Center for Disease Control and Prevention. The Joinpoint regression model was used to calculate the Annual Percentage Change（*APC*）and Average Annual Percentage Change（*AAPC*）to analyze the changing trends. Additionally，a GM（1，1） model was established using R（4.3.1） software to predict the crude mortality rate of cardiovascular diseases in China from 2022 to 2030. **Results** From 2009 to 2021，the crude mortality rate

基金项目：山东省自然科学基金资助项目（ZR2021MH408）；中国学位与研究生教育学会教研项目（2020ZDB44）；2021校级思想政治课示范课程；山东省政府资助海外访学项目
引用本文：苗立鹏，任柯好，李梦蝶，等.2009—2021年中国心血管疾病死亡趋势分析与预测研究[J].中国全科医学，2024. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0773.[Epub ahead of print].[www.chinagp.net]
MIAO L P，REN K H，LI M D，et al. Trend analysis and prediction of cardiovascular disease mortality in China from 2009 to 2021[J]. Chinese General Practice，2024.[Epub ahead of print].

of cardiovascular diseases in China increased from 235.83/100 000 in 2009 to 353.31/100 000 in 2021, with the *AAPC* of 3.3% (95%*CI*=2.8% to 3.8%, *P*<0.001). The age-standardized mortality rate decreased from 281.82/100 000 in 2009 to 221.24/100 000 in 2021, with the *AAPC* of-1.9% (95%*CI*=-2.6% to-1.2%, *P*<0.001). During this period, the standardized mortality rate for cardiovascular diseases in China showed a decreasing trend across different genders (*AAPC* for males=-2.0%, *AAPC* for females=-2.1%; *P*<0.05), urban and rural areas (*AAPC* for urban*n*=-1.3%, *AAPC* for rural=-2.4%; *P*<0.05), and regions (*AAPC* for eastern regio*n*=-2.1%, *AAPC* for central regio*n*=-2.2%, *AAPC* for western regio*n*=-1.0%; *P*<0.05). Notably, the mortality rate decline was greater in females than males, in rural areas than urban areas, and the central region than the eastern and western regions. The results of the GM (1, 1) model showed that the crude mortality rate of cardiovascular diseases in China will continue to rise to 461.57/100, 000 from 2022 to 2030. **Conclusion** From 2009 to 2021, the overall crude mortality rate of cardiovascular disease in China has shown a continuous upward trend, while the overall standardized mortality rate has shown a downward trend. The burden of cardiovascular disease mortality in China still faces severe challenges. The GM (1, 1) model predicts a continuous increase in the crude mortality rate of cardiovascular diseases in China from 2022 to 2030. Therefore, it is necessary to formulate and implement scientifically effective measures for the prevention and control of cardiovascular diseases, with a focus on male, elderly and rural residents.

【Key words】 Cardiovascular diseases; Mortality; Crude mortality rate; Age-standardized mortality rate; Joinpoint regression model; GM (1, 1) model; Prediction

心血管疾病（cardiovascular diseases，CVD）是严重威胁人类健康的一类疾病，2021 年全球估计有 2 050 万人死于 CVD，约占死亡总数的 33%，是全球首位死因[1]。《中国心血管健康与疾病报告 2022》中指出，我国城乡居民疾病死亡构成中，每 5 例死亡中有 2 例归因于 CVD[2]；据推算我国 CVD 现患人数 3.3 亿，患病率和死亡率仍在升高，且疾病负担下降的拐点尚未出现，已成为影响国家经济社会发展的重大公共卫生问题。

本研究提取了《中国死因监测数据集（2009—2021 年）》[3]中 CVD 死亡数据，利用 Joinpoint 回归模型分析当前我国 CVD 的死亡特征及长期趋势，并通过 GM（1，1）模型预测 2022—2030 年 CVD 的死亡趋势，对制订更有效的 CVD 预防措施、降低疾病负担、实现“健康中国 2030”具有重要参考意义。

1 资料与方法

1.1 资料来源

数据来源于我国疾病预防控制中心网站发布的《中国死因监测数据集（2009—2021 年）》。全国疾病监测点系统涉及 31 个省（自治区、直辖市），2009—2012 年死因监测点为 161 个，总监测人群约占全国人口的 6%，以监测点水平死亡率低于 3% 为剔除标准。2013—2021 年监测点为 605 个，监测人口大约覆盖全国人口的 24%，其中原监测点和新增加监测点分别以监测点水平死亡率低于 4.5% 和 5% 为剔除标准[4]。均按照国际疾病分类第十版（ICD-10）[5]来确定 CVD，代码为 I00-I99，主要包括风湿性心脏病、高血压及并发症、缺血性心脏病、脑血管病、炎性心脏病和其他疾病。按性别、城乡、地区和年龄分别选取数据集中对应的 CVD 粗死亡率数据。

1.2 研究方法

1.2.1 数据处理：按照整体、不同性别、城乡、地区、年龄组，对 2009—2021 年 CVD 死亡数据进行分类汇总，使用第六次全国人口普查数据对死亡率进行标化，计算标化死亡率，公式如下：$P'=\sum(N_i-N)P_i$（P' 是标化死亡率；P_i 是各年龄组的粗死亡率，N_i-N 是年龄组的标准人口组成比率）。

1.2.2 Joinpoint 回归模型：$y=\beta_0+\beta_1x+\beta_2(x-\tau_1)+\varepsilon_1\times(x-\tau_1>0)+\beta_3(x-\tau_2)+\varepsilon_2(x-\tau_2>0)+\cdots+\beta_k(x-\tau_k)+\varepsilon_k(x-\tau_k>0)+\varepsilon$。其中，y 代表 CVD 死亡率，x 代表观察年份，β_0、β_1、$\beta_2\cdots\beta_k$ 是回归系数，τ_1、$\tau_2\cdots\tau_k$ 是转折点，ε_1、$\varepsilon_2\cdots\varepsilon_k$ 是误差项，ε 是随机误差。此模型由美国国立癌症研究所（National Cancer Institute）开发，其基本思想是基于 Poisson 分布的对数线性模型来拟合疾病死亡率，通过蒙特卡洛置换检验法来确定转折点的位置、数量和 P 值[6]。

1.2.3 GM（1，1）模型：$\hat{X}^{(1)}(k)=(X^{(0)}(1)-u/a)e^{-a(k-1)}+u/a$，$k$=1，2，3…$n$。此模型主要通过对原始数据序列进行累加生成，相对于其他统计学方法，GM（1，1）模型不需要大量的样本数据。模型的预测效果可使用后验差比值（C 值）和小误差概率（*P* 值）来检验，评判标准如下：（1）模型精度为优，C ≤ 0.35 且 *P* ≥ 0.95；（2）模型精度为合格，0.35<C ≤ 0.50 且 0.95>*P* ≥ 0.80；（3）模型精度为勉强，0.50<C ≤ 0.65 且 0.80>*P* ≥ 0.70；（4）模型精度为不合格，C>0.65 且 *P*<0.70[7]。

1.3 统计学方法

采用 Joinpoint 软件对死亡率数据进行回归分析，计算并利用年度变化百分比（annual percent change，

APC）、平均年度变化百分比（average annual percent change，*AAPC*）及其 95%*CI* 来描述不同组别 CVD 死亡率变化趋势和整体变化趋势：当 *APC*<0 时，表示死亡率随时间下降；当 *APC*>0 时，表示死亡率随时间上升；如果没有转折点，即 *APC* 等于 *AAPC*，则表示该组数据整体呈单调下降或上升趋势[8]。使用 R（4.3.1）软件建立 GM（1，1）模型对 2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率进行预测。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2009—2021 年我国 CVD 死亡概况

根据监测点覆盖全国人口比例估算，2009 年我国 CVD 死亡人数约为 2 948 733 人，2021 年我国 CVD 死亡人数约为 3 943 741 人。就整体而言，2009—2021 年我国 CVD 粗死亡率由 2009 年的 235.83/10 万升至 2021 年的 353.31/10 万；而标化死亡率从 2009 年的 281.82/10 万降至 2021 年的 221.24/10 万，下降了 21.49%。2009—2021 年我国 CVD 男性年均粗死亡率高于女性（*Z*=–2.333，*P*=0.020），农村年均粗死亡率高于城市（*Z*=–2.590，*P*=0.010），中部地区年均粗死亡率高于西部地区（*Z*=–2.744，*P*=0.006），差异有统计学意义。此外，2009—2021 年我国 CVD 年龄别粗死亡率呈现随着年龄的增长而上升的趋势（$\chi^2_{趋势}$=46.825，*P*<0.001），死亡多发生在≥ 65 岁老年人群，在≥ 85 岁年龄组达到最高峰，见表 1、图 1。

2.2 2009—2021 年我国 CVD 死亡的 Joinpoint 回归模型分析

Joinpoint 回归模型分析结果显示，2009—2021 年我国 CVD 整体粗死亡率呈持续上升趋势，*AAPC* 为 3.3%（95%*CI*=2.8%~3.8%，*P*<0.001）；整体标化死亡率呈下降趋势，*AAPC* 为 –1.9%（95%*CI*=–2.6%~–1.2%，*P*<0.001）。2009—2021 年我国 CVD 男、女标化死亡率均呈下降趋势（*P*<0.05）；城市、农村标化死亡率均呈下降趋势（*P*<0.05）；以及东、中、西部地区标化死亡率均呈持续下降趋势（*P*<0.05），见表 2。

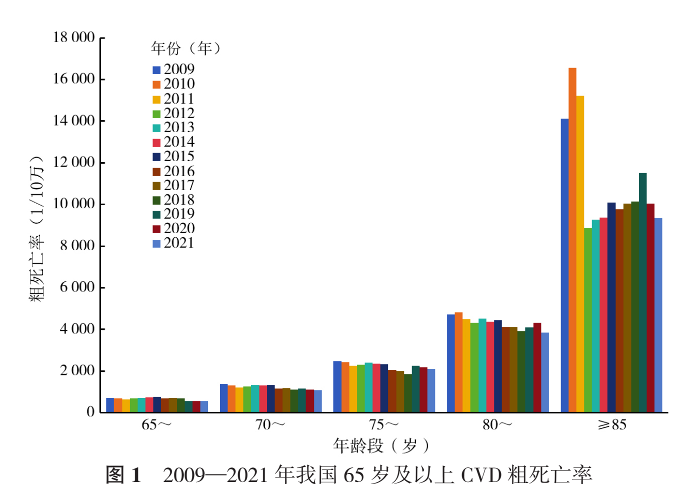


图 1 2009—2021 年我国 65 岁及以上 CVD 粗死亡率
Figure 1 Crude mortality of cardiovascular disease of aged ≥ 65 in China from 2009 to 2021

其中，2009—2021 年我国 CVD 女性标化死亡率的 *AAPC* 为 –2.1%（95%*CI*=–3.4%~–1.0%），下降幅度大于男性（*AAPC* 为 –2.0%，95%*CI*=–2.7%~–1.3%）；农村标化死亡率的 *AAPC* 为 –2.4%（95%*CI*=–3.3%~–1.5%），下降幅度大于城市（*AAPC* 为 –1.3%，95%*CI*=–2.1%~–0.5%）；中部地区标化死亡率的 *AAPC* 为 –2.2%

表 1 2009—2021 年我国 CVD 粗死亡率与标化死亡率（1/10 万）
Table 1 Crude mortality rate and age-standardized mortality rate of cardiovascular disease in China from 2009 to 2021

年份（年）	粗死亡率（1/10 万）								标化死亡率（1/10 万）							
	整体	男性	女性	城市	农村	东部	中部	西部	整体	男性	女性	城市	农村	东部	中部	西部
2009	235.83	255.18	215.68	222.82	243.01	242.47	255.74	201.22	281.82	336.65	234.43	225.32	324.22	255.50	327.23	266.62
2010	238.12	258.91	216.47	218.64	249.98	240.83	262.80	203.34	292.36	351.02	242.28	241.38	330.66	265.17	335.41	281.42
2011	242.69	264.80	219.79	208.44	265.39	240.87	266.77	213.09	273.49	338.83	220.79	244.96	294.36	241.57	318.13	269.51
2012	253.89	275.41	231.54	217.63	277.91	250.50	279.18	224.89	238.30	288.44	193.23	201.77	263.01	209.43	278.12	233.53
2013	284.81	306.62	262.17	263.24	294.48	296.62	297.79	247.94	248.91	295.95	204.95	214.23	265.92	227.32	285.40	235.48
2014	291.00	312.59	268.53	267.99	301.79	292.47	308.00	264.99	246.37	292.76	202.73	224.50	256.83	219.42	282.03	245.35
2015	295.42	314.73	275.50	273.03	306.05	304.33	313.07	260.09	250.34	294.03	208.87	227.73	261.41	228.38	284.74	241.75
2016	301.54	320.18	282.21	273.37	315.67	306.29	320.18	269.54	235.46	279.20	192.55	218.90	243.89	213.72	266.28	230.24
2017	304.11	323.38	284.19	275.97	318.47	305.33	324.08	274.95	235.84	280.06	194.03	218.57	244.82	209.38	265.19	243.32
2018	313.61	333.02	293.52	283.61	329.18	315.48	333.86	283.61	230.19	274.26	188.29	210.79	240.43	204.06	257.19	240.76
2019	317.54	337.59	296.86	288.34	332.67	312.43	342.45	292.67	238.58	281.47	197.96	208.84	254.79	209.68	270.48	247.24
2020	328.84	349.20	307.83	300.37	344.22	324.51	353.67	303.21	229.33	275.87	186.25	199.22	246.59	200.60	260.01	239.48
2021	353.31	375.01	330.92	315.36	373.09	344.53	380.45	332.31	221.24	267.97	177.48	192.58	236.52	196.42	244.10	234.05
年均	289.29	309.74	268.09	262.22	303.99	290.51	310.61	259.37	247.86	296.65	203.37	217.60	266.42	221.59	282.64	246.82

（95%*CI*=-2.9%~-1.6%），下降幅度大于东部地区（*AAPC* 为 -2.1%，95%*CI*=-2.9%~-1.4%）和西部地区（*AAPC* 为 -1.0%，95%*CI*=-1.8%~-0.2%），见表 2。

表 2 2009—2021 年我国 CVD 死亡趋势分析

Table 2 Trend analysis of cardiovascular disease death in China from 2009 to 2021

标化死亡率	指标	时间	变化值（95%*CI*）（%）	*t* 值	*P* 值
整体	*APC*	2009—2012 年	-5.3（-9.4~-1.0）	-3.123	0.026
		2012—2019 年	-1.0（-2.5~-0.5）	-1.673	0.155
		2019—2021 年	-2.5（-10.8~6.6）	-0.727	0.500
	AAPC	2009—2021 年	-1.9（-2.6~-1.2）	-6.058	<0.001
性别					
男性	*APC*	2009—2012 年	-4.9（-8.2~-1.5）	-3.695	0.014
		2012—2016 年	-1.8（-5.2~1.7）	-1.313	0.246
		2016—2021 年	-0.8（-2.4~0.7）	-1.355	0.233
	AAPC	2009—2021 年	-2.0（-2.7~-1.3）	-5.980	<0.001
女性	*APC*	2009—2012 年	-5.8(-11.1~-0.2）	-2.642	0.045
		2012—2019 年	-0.8（-2.7~1.1）	-1.025	0.352
		2019—2021 年	-4.0（-14.6~7.8）	-0.905	0.406
	AAPC	2009—2021 年	-2.1（-3.4~-1.0）	-3.536	0.004
城乡					
城市	*APC*	2009—2012 年	-3.4（-6.1~-0.6）	-3.205	0.024
		2012—2015 年	1.9（-3.7~7.9）	0.840	0.439
		2015—2021 年	-2.6（-3.5~-1.6）	-6.878	0.001
	AAPC	2009—2021 年	-1.3（-2.1~-0.5）	-3.462	0.005
农村	*APC*	2009—2012 年	-7.0(-13.0~-0.7）	-2.855	0.036
		2012—2016 年	-2.2（-8.4~4.5）	-0.862	0.428
		2016—2021 年	-0.5（-3.4~2.5）	-0.418	0.693
	AAPC	2009—2021 年	-2.4（-3.3~-1.5）	-5.672	<0.001
地区					
东部	*APC*	2009—2012 年	-6.3(-10.3~-2.2）	-3.881	0.012
		2012—2015 年	0.2（-8.1~9.3）	0.074	0.944
		2015—2021 年	-2.2（-3.6~-0.7）	-3.821	0.012
	AAPC	2009—2021 年	-2.1（-2.9~-1.4）	-6.358	<0.001
中部	*APC*	2009—2012 年	-5.3（-9.0~-1.4）	-3.513	0.017
		2012—2019 年	-1.4（-2.7~-0.1）	-2.685	0.044
		2019—2021 年	-2.9(-10.4~-5.1）	-0.959	0.381
	AAPC	2009—2021 年	-2.2（-2.9~-1.6）	-7.443	<0.001
西部	*APC*	2009—2013 年	-4.2（-9.4~1.4）	-1.906	0.108
		2013—2019 年	0.5（-3.4~4.5）	0.312	0.768
		2019—2021 年	-1.9(-17.9~17.1）	-0.280	0.750
	AAPC	2009—2021 年	-1.0（-1.8~-0.2）	-2.777	0.018

注：*APC*= 年度变化百分比，*AAPC*= 平均年度变化百分比。

2.3 2022—2030 年我国 CVD 死亡 GM（1，1）模型预测

2.3.1 GM（1，1）模型建立：利用 2009—2021 年我国 CVD 死亡数据，用 R（4.3.1）软件建立 GM（1，1）模型，得到 GM（1，1）模型的发展系数 α=-0.0316、灰色作用量 u=234.1716，预测模型为 $7652.749545e^{-0.031572624(t-2009)}-7416.919545$。对模型进行检验的最小误差概率 *P*=1.00，后验概率 *C*=0.053，判定模型拟合精度为优（*C* ≤ 0.35 且 *P* ≥ 0.95），模型的精度符合要求，可以用于预测。

2.3.2 模型预测结果：GM（1，1）模型预测结果显示，2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率将分别达到 358.54/10 万、370.04/10 万、381.91/10 万、394.16/10 万、406.81/10 万、419.85/10 万、433.32/10 万、447.22/10 万、461.57/10 万，呈逐年上升趋势（$\chi^2_{趋势}$=7.990，*P*=0.005），见表 3、图 2。

表 3 2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率预测结果（1/10 万）

Table 3 Forecast result of crude mortality rate of cardiovascular in China from 2022 to 2030

时间（年）	实际值	预测值	时间（年）	实际值	预测值
2009	235.83	235.83	2020	328.84	336.60
2010	238.12	245.47	2021	353.31	347.40
2011	242.69	253.34	2022		358.54
2012	253.89	261.47	2023		370.04
2013	284.81	269.85	2024		381.91
2014	291.00	278.51	2025		394.16
2015	295.42	287.44	2026		406.81
2016	301.54	296.67	2027		419.85
2017	304.11	306.18	2028		433.32
2018	313.61	316.00	2029		447.22
2019	317.54	326.14	2030		461.57

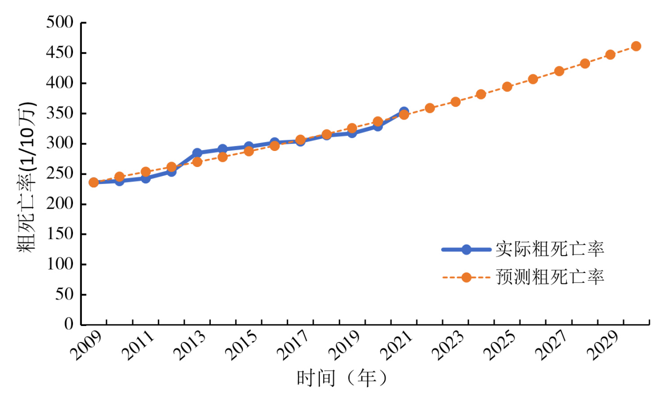


图 2 2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率实际值与预测值时间序列

Figure 2 Time series of actual and predicted crude mortality rate of cardiovascular disease in China from 2022 to 2030

3 讨论

全球范围内 CVD 的发病率和死亡率正在持续增长，其原因与人口老龄化、膳食习惯、身体活动和代谢等风险因素有关[2，9]。2019 年估计全球有 1 790 万人死于 CVD，占所有死亡人数的 32%，全球 CVD 标化

死亡率为 239.85/10 万，全球男性 CVD 标化死亡率为 280.83/10 万，全球女性 CVD 标化死亡率为 204.03/10 万[10]。本研究结果显示，2019 年我国 CVD 标化死亡率为 238.58/10 万，其中男性标化死亡率为 281.47/10 万，女性标化死亡率为 197.96/10 万，提示我国 CVD 死亡负担严峻。目前我国 CVD 患病人数约为 3.3 亿，且仍处于上升阶段，我国居民 CVD 负担将持续加重[2]。因此，分析我国居民 CVD 死亡状况并对未来变化趋势进行合理预测，探讨科学有效防治措施，降低 CVD 疾病负担，具有重要现实意义。

本研究结果显示，2009—2021 年我国 CVD 男性年均粗死亡率高于女性，农村年均粗死亡率高于城市，中部地区年均粗死亡率高于东部和西部地区，年龄别粗死亡率随着年龄增长呈上升趋势。研究表明，雌激素对心血管功能具有特定的调节功能和防治 CVD 恶化的作用[11-13]，而吸烟、饮酒是 CVD 的主要危险因素[14-15]。因此，男性 CVD 年均粗死亡率高于女性，可能与男性吸烟、饮酒率高于女性而雌激素低于女性有关。就城乡而言，农村医疗卫生基础薄弱[16]，农村居民健康意识较低。农村 CVD 年均粗死亡率高于城市，可能与城市医疗基础和对疾病重视程度均高于农村有关。就地区而言，中部地区 CVD 年均粗死亡率高于东部和西部，可能与当地经济水平和饮食习惯相关[17]。就年龄而言，本研究结果与国内其他相关研究结果一致，我国 CVD 粗死亡率随年龄的增加而加剧增长，死亡多发生在老年群体中[12-13, 16]。提示年龄是 CVD 重要的危险因素，提示老年人群体在未来很长一段时间依旧是我国 CVD 重点干预和保护对象[18]。

Joinpoint 回归模型分析结果显示，2009—2021 年我国 CVD 整体粗死亡率变化趋势为上升趋势，可能与人口老龄化有关，提示我国 CVD 防控形势依旧不容乐观；而整体标化死亡率、性别标化死亡率、城乡别标化死亡率以及地区别标化死亡率均呈下降趋势，可能与我国高度重视慢性病防控工作、积极开展全民健康生活方式行动有关，公民健康素养水平不断提高，一定程度上说明我国慢性病防治行动取得了一定成效[19]，居民健康状况得到改善，CVD 死亡风险降低。进一步分析发现，女性标化死亡率下降幅度大于男性，农村标化死亡率下降幅度大于城市，中部地区 CVD 标化死亡率下降幅度大于东部和西部地区。值得注意的是，在 2012 年之前，农村 CVD 标化死亡率下降幅度较大，而在 2012—2021 年，下降幅度减缓。可能是由于 2009 年我国新医改政策将重点放在农村，慢性病、CVD 防治措施在农村地区得到有效实行并取得显著成效。然而，在 2012 年之后，随着时间推移防控措施的效果可能逐渐达到瓶颈期，从而导致死亡率下降幅度减缓。提示要及时了解当前 CVD 死亡现状，及时对防治措施做出调整和改善。

本研究建立 GM（1，1）模型对我国 CVD 死亡率进行拟合，模型拟合精度为优，可用于预测。其预测结果显示，2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率呈上升趋势，将从 358.54/10 万持续上升至 461.57/10 万，这可能是由人口老龄化加剧所导致。据国家统计局数据显示，2020—2030 年是我国老年人口增长最快的阶段[18]。由于老年人群更容易受到 CVD 的影响，随着人口老龄化的日益严重，在未来的几年中，我国 CVD 的防治和管理可能会面临更大的挑战。提示要加强 CVD 的三级预防，一方面通过推动心血管健康促进活动，提高公众对 CVD 的认识和意识，推广健康生活方式；另一方面，促进心血管基础研究和医疗设备与技术研究，遴选有效的 CVD 诊疗、康复保健技术。同时，还应加强基层医疗机构的健康管理服务[20]，提供定期健康检查、健康指导、疾病管理以及心理支持，提高其诊疗水平，提高居民生活质量和延长寿命。

本研究收集了《中国死因监测数据集》中近 13 年的心血管疾病死亡数据，并对数据进行了较全面地梳理，从性别、城乡和地区等多个维度进行了深入分析，有助于了解近年来心血管疾病死亡的现状和可能的影响因素，以期更深入地挖掘我国心血管死亡趋势背后的特征。但心血管疾病的成因复杂，可能还涉及其他多种因素，本研究仅对我国心血管的死亡趋势进行了分析，未来需要更多研究来深入探讨。

综上所述，2009—2021 年我国 CVD 整体粗死亡率呈持续上升趋势，而整体标化死亡率呈下降趋势；其中，女性标化死亡率下降幅度大于男性，农村标化死亡率下降幅度大于城市，中部地区标化死亡率下降幅度大于东部和西部地区；预测 2022—2030 年我国 CVD 粗死亡率呈逐年上升趋势。基于此，我国 CVD 防治工作应重点关注农村居民、老年人和男性居民。积极倡导健康生活方式，戒烟限酒、吃动平衡，均衡饮食，将有助于提高居民健康水平，降低 CVD 疾病负担。同时，加强 CVD 等慢性疾病相关知识的宣传教育，加大 CVD 专项筛查项目投入，监测 CVD 危险因素，实现疾病早诊早治，降低 CVD 死亡率，提高 CVD 人群的生活质量。

作者贡献：苗立鹏、吕军城提出研究命题及研究思路，负责设计研究方案；苗立鹏、任柯妤负责数据收集、采集、清洗和统计学分析以及图、表的制作；苗立鹏负责论文起草；吕军城、李梦蝶负责论文的修订；吕军城负责最终版本修订，对论文整体负责。

本文无利益冲突。

苗立鹏：https://orcid.org/0009-0009-9061-1692

参考文献



[1] World Heart Federation. World Heart Report 2023：Confronting the World's Number One Killer [M]. Geneva，Switzerland：World Heart Federation，2023：3-5.

[2]《中国心血管健康与疾病报告 2022》编写组，胡盛寿，王增武.《中国心血管健康与疾病报告 2022》概述[J]. 中国心血管病研究，2023，21（7）：577-600. DOI：10.3969/j.issn.1672-5301.2023.07.001.

[3] 中国疾病预防控制中心，慢性非传染性疾病预防控制中心. 全国疾病监测系统死因监测数据集电子版下载[EB/OL].（2021-01-11）[2023-08-28]. https://ncncd.chinacdc.cn/xzzq_1/202101/t20210111_223706.htm.

[4] 中国疾病预防控制中心，慢性非传染性疾病预防控制中心，国家卫生健康委统计信息中心. 中国死因监测数据集 2013[M]，北京：中国科学技术出版社，2014：12-13.

[5] HIRSCH J A，NICOLA G，MCGINTY G，et al. ICD-10：history and context[J]. AJNR Am J Neuroradiol，2016，37（4）：596-599. DOI：10.3174/ajnr.a4696.

[6] National Cancer Institute. Joinpointtrend analysis software（v.4.2.0.1）[EB/OL].（2015-06-23）[2023-08-28]. http://surveillance.cancer.gov/joinpoint/.

[7] 段朝晖，张敏，徐杰茹，等. 2000—2019 年中国脑瘤死亡趋势分析及预测研究[J]. 中国全科医学，2023，26（6）：734-741. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0630.

[8] KIM H J，FAY M P，FEUER E J，et al. Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates[J]. Stat Med，2000，19（3）：335-351. DOI：10.1002/(sici)1097-0258(20000215)19:3<335:/aid-sim336>3.0.co;2-z.

[9] 刘月姣.《中国居民营养与慢性病状况报告（2020 年）》发布[J]. 中国食物与营养，2020，26（12）:2. DOI:10.19870/j.cnki.11-3716/ts.2020.12.001.

[10] World Health Organization. Cardiovascular diseases（CVDs）[EB/OL].（2017-05-17）[2023-08-28]. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds).

[11] 蓝洋，王宏宇. 雌激素水平与血管相关疾病[J]. 心血管病学进展，2019，40（4）：529-532. DOI：10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2019.04.010.

[12] 王燕逍翔，白建军，宇传华. 基于全球视角的中国心血管病疾病负担现状及趋势[J]. 公共卫生与预防医学，2021，32（6）：6-11. DOI：10.3969/j.issn.1006-2483.2021.06.002.

[13] 刁婧媛，韩颖，陈湘. 2010—2019 年中国居民四类慢性非传染病的死亡趋势及差别分解分析[J]. 现代预防医学，2022，49（12）：2119-2125.

[14] PAN A，WANG Y L，TALAEI M，et al. Relation of smoking with total mortality and cardiovascular events among patients with diabetes mellitus：a meta-analysis and systematic review[J]. Circulation，2015，132（19）：1795-1804. DOI：10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017926.

[15] WOOD A M，KAPTOGE S，BUTTERWORTH A S，et al. Risk thresholds for alcohol consumption：combined analysis of individual-participant data for 599 912 current drinkers in 83 prospective studies[J]. Lancet，2018，391（10129）：1513-1523. DOI：10.1016/S0140-6736(18)30134-X.

[16] 王雪菲，陆英丽，孙晓翠，等. 2009—2019 年中国老年人心血管疾病死亡趋势及预测分析[J]. 现代预防医学，2023，50（1）：39-45. DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202207214.

[17] 牛君义. 心脑血管疾病流行概况及主要影响因素[J]. 中西医结合心血管病电子杂志，2019，7（32）：15. DOI：10.16282/j.cnki.cn11-9336/r.2019.32.012.

[18] 杜鹏. 中国人口老龄化现状与社会保障体系发展[J]. 社会科学文摘，2023（7）：8-10.

[19] 吕兰婷，林筑，张延. 我国慢性病防控与管理研究的十年综述[J]. 中国卫生事业管理，2020，37（1）：32-34，37.

[20] 国家心血管病医疗质量控制中心. 2022 年中国心血管病医疗质量概述[J]. 中国循环杂志，2023，38（5）：482-495. DOI：10.3969/j.issn.1000-3614.2023.05.002.

（收稿日期：2023-11-10；修回日期：2024-01-08）

（本文编辑：康艳辉）